

明 細 書

光記録媒体及びその製造方法、並びに、
光記録媒体に対するデータ記録方法及びデータ再生方法

5 <技術分野>

本発明は光記録媒体及びその製造方法に関し、特に、ガスの発生により記録
マークが形成されるタイプの光記録媒体及びその製造方法に関する。また、本発明
は、光記録媒体に対するデータ記録方法及びデータ再生方法に関し、ガスの発生に
より記録マークが形成されるタイプの光記録媒体に対するデータ記録方法及びデー
10 タ再生方法に関する。

<背景技術>

近年、大容量のデジタルデータを記録するための記録媒体として、CD (Compact Disc) やDVD (Digital Versatile Disc) に代表される光記録媒体が広
15 く用いられている。

CDのうち、データの追記や書き換えができないタイプ (CD-ROM) のものは、厚さ約1.2mmの光透過性基板上に反射層と保護層が積層された構造を有しており、波長約780nmのレーザビームを光透過性基板側から反射層に照射することによってデータの再生を行うことができる。一方、CDのうち、データの追記が可能
20 なタイプ (CD-R) やデータの書き換えが可能タイプ (CD-RW) のものは、光透過性基板と反射層との間に記録層が追加された構造を有しており、波長約780nmのレーザビームを光透過性基板側から記録層に照射することによってデータの記録及び再生を行うことができる。

CDでは、レーザビームの集束に開口数が約0.45の対物レンズが用いられ、これにより反射層又は記録層上におけるレーザビームのビームスポット径は約1.6μmまで絞られる。これにより、CDでは約700MBの記録容量と、基準線速度 (約1.2m/sec) において約1Mbpsのデータ転送レートが実現
25 されている。

また、DVDのうち、データの追記や書き換えができないタイプ（DVD-ROM）のものは、厚さ約0.6mmの光透過性基板上に反射層及び保護層が積層された積層体と、厚さ約0.6mmのダミー基板とが接着層を介して貼り合わされた構造を有しており、波長約635nmのレーザービームを光透過性基板側から反射層に照射することによってデータの再生を行うことができる。一方、DVDのうち、データの追記が可能なタイプ（DVD-R等）やデータの書き換えが可能なタイプ（DVD-RW等）のものは、光透過性基板と反射層との間に記録層が追加された構造を有しており、波長約635nmのレーザービームを光透過性基板側から記録層に照射することによってデータの記録及び再生を行うことができる。

DVDでは、レーザービームの集束に開口数が約0.6の対物レンズが用いられ、これにより反射層又は記録層上におけるレーザービームのビームスポット径は約0.93μmまで絞られる。このように、DVDに対する記録及び再生においては、CDよりも波長の短いレーザービームが用いられるとともに、開口数が大きい対物レンズが用いられていることから、CDに比べてより小さいビームスポット径が実現されている。これにより、DVDでは、約4.7GB/面の記録容量と、基準線速度（約3.5m/sec）において約11Mbpsのデータ転送レートが実現されている。

近年、DVDを超えるデータの記録容量を有し、且つ、DVDを超えるデータ転送レートを実現可能な光記録媒体が提案されている。このような次世代型の光記録媒体においては、大容量・高データ転送レートを実現するため、波長約405nmのレーザービームが用いられるとともに、開口数が約0.85の対物レンズが用いられる。これによりレーザービームのビームスポット径は約0.43μmまで絞られ、約25GB/面の記録容量と、基準線速度（約4.9m/sec）において約36Mbpsのデータ転送レートを実現することができる。

このように、次世代型の光記録媒体では開口数が非常に高い対物レンズが用いられることから、チルトマージンを十分に確保するとともにコマ収差の発生を抑えるため、レーザービームの光路となる光透過層の厚さが約100μmと非常に薄く設定される。このため、次世代型の光記録媒体においては、CDやDVD等、現行

型の光記録媒体のように光透過性基板上に記録層等の各種機能層を形成することは困難であり、支持基板上に反射層や記録層を成膜した後、この上にスピコート法等により薄い樹脂層を形成しこれを光透過層として用いる方法が検討されている。つまり、次世代型の光記録媒体の作製においては、光入射面側から順次成膜が行われる現行の光記録媒体とは異なり、光入射面とは反対側から順次成膜が行われることになる。

以上説明したとおり、光記録媒体の大容量化と高データ転送レート化は、主としてレーザビームのビームスポット径の縮小によって達成されている。したがって、これ以上の大容量化と高データ転送レート化を達成するためにはビームスポット径をさらに縮小する必要がある。しかしながら、レーザビームの波長をこれ以上短くすると光透過層におけるレーザビームの吸収が急激に増大したり、光透過層の経年劣化が大きくなることからこれ以上の短波長化は困難であり、また、レンズ設計の困難性やチルトマージンの確保等を考慮すれば、対物レンズの開口数をこれ以上高めることもまた困難である。つまり、レーザビームのビームスポット径をこれ以上縮小することは非常に困難であるといえる。

このような事情から、大容量化と高データ転送レート化を達成する別の試みとして、近年、超解像型の光記録媒体が提案されている。超解像型の光記録媒体とは、再生限界を超える微小な記録マークの形成及びこのような記録マークからのデータ再生が可能な光記録媒体を指し、このような光記録媒体を用いれば、ビームスポット径を縮小することなく大容量化と高データ転送レート化を実現することが可能となる。

より具体的に説明すると、レーザビームの波長を λ 、対物レンズの開口数をNAとした場合、回折限界 d_1 は

$$d_1 = \lambda / 2 NA$$

で与えられる。したがって、CDやDVDのようにデータが記録マーク及びブランク領域の長さ、すなわちエッジ間の距離によって表現されるタイプの光記録媒体では、単一信号の再生限界 d_2 は、

$$d_2 = \lambda / 4 NA$$

で与えられる。つまり、超解像型ではない通常の光記録媒体においては、最短記録マークや最短ブランク領域の長さが再生限界未満であると記録マークとブランク領域の判別ができなくなってしまう。これに対し、超解像型の光記録媒体では、長さが再生限界未満である記録マークやブランク領域を利用することができるので、ビームスポット径を縮小することなく大容量化と高データ転送レート化を実現することが可能となるのである。

超解像型の光記録媒体としては、従来より「散乱型スーパーレンズ」と呼ばれる超解像型の光記録媒体が提案されている（非特許文献 1 参照）。この光記録媒体には、相変化材料層と金属酸化物からなる再生層が用いられ、レーザビームを照射するとビームスポット中心の高エネルギー部分において再生層を構成する金属酸化物が分解し、これにより生じる金属微粒子によってレーザビームが散乱し近接場光が発生するものと考えられている。その結果、相変化材料層には局所的に近接場光が照射されることになるので、その相変化を利用して超解像記録及び超解像再生を行うことが可能になると説明されている。そして、レーザビームが遠ざかると、再生層の分解により生じた金属と酸素が再び結合して元の金属酸化物に戻るため、繰り返し書き換えが可能であるとされている。

しかしながら、本発明者らの研究によれば、「散乱型スーパーレンズ (Super RENS)」 (Super Resolution Near-field Structure) と呼ばれる超解像型の光記録媒体では、相変化材料層の相変化が信号となって現れることはほとんどなく、しかも再生層の分解は不可逆的であることが明らかとなった。つまり、「散乱型スーパーレンズ」と呼ばれる超解像型の光記録媒体は、可逆的な記録マークを相変化材料層に形成可能な書き換え型の光記録媒体としてではなく、不可逆的な記録マークを再生層（貴金属酸化物層）に形成可能な追記型の光記録媒体として実現可能であることが明らかとなった（非特許文献 2 参照）。

ここで、再生限界未満の微小な記録マークを貴金属酸化物層に形成することが可能である理由は、ビームスポット中心の高エネルギー部分において貴金属酸化物層が局所的に分解し、生じる気泡によって当該領域が塑性変形するためである。塑性変形した部分は記録マークとして用いられ、塑性変形していない部分はブランク

ク領域として用いられる。一方、このようにして形成された微小な記録マークからデータ再生が可能である理由は現在のところ明らかとなっていないが、非特許文献2に記載されているように、波長635nmのレーザビームと開口数0.6の対物レンズを用いた超解像再生において良好な信号特性が得られている。波長635nmのレーザビームと開口数0.6の対物レンズは、上述の通りDVDの記録及び再生に用いられる光学系である。したがって、超解像型の光記録媒体においても、次世代型の光記録媒体のようにさらに波長の短いレーザビームとさらに開口数の大きい対物レンズを用いれば、よりいっそうの記録密度とデータ転送レートが得られるものと想像することができる。

10 [非特許文献1] "A near-field recording and readout technology using a metallic probe in an optical disk", Jap. J. Appl. Phys., 日本応用物理学会編, 2000年, Volume 39, p.980-981

 [非特許文献2] "Rigid bubble pit formation and huge signal enhancement in super-resolution near-field structure disk with platinum-oxide layer", Applied Physics Letters, American Institute of Physics, 15 December 16, 2002, Volume 81, Number 25, p.4697-4699

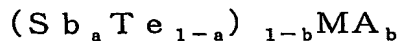
 しかしながら、上述の通り、超解像型の光記録媒体において再生限界未満の記録マークからデータ再生が可能であるメカニズムは明らかではないため、波長が635nm未満であるレーザビームや開口数が0.6を超える対物レンズを用いた場合にも超解像再生が可能であるのか不明であり、また可能であるとすれば、層構成や各層の材料、さらには各層の厚み等をどのように設定すれば良好な信号特性が得られるのか、その予想は事実上不可能である。特に、従来は「記録層」であると考えられていた相変化材料層が実際には記録層として機能していないことが判明したことにより、相変化材料層が記録マークの形成にどのように寄与しているのか、また、その材料によって信号特性がどのように変化するのか等、多くの不明点が生じている。

<発明の開示>

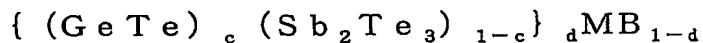
したがって、本発明の目的は、より波長の短いレーザビーム及びより開口数の大きい対物レンズを用いて超解像記録及び超解像再生を行うことが可能であり、且つ、相変化材料層に相当する層を構成する材料が最適化された光記録媒体及びその製造方法を提供することである。

5 また、本発明の他の目的は、相変化材料層に相当する層を構成する材料が最適化された超解像型の光記録媒体に対し、より波長の短いレーザビーム及びより開口数の大きい対物レンズを用いてデータを記録する方法及びデータを再生する方法を提供することである。

10 本発明による光記録媒体は、厚さが0.6mm以上、2.0mm以下である支持基板と、厚さが10μm以上、200μm以下である光透過層と、前記光透過層と前記支持基板との間に前記光透過層から見てこの順に配置された第1の誘電体層、貴金属酸化物層、第2の誘電体層、光吸収層及び第3の誘電体層とを備え、前記光吸収層は、



15 (但し、MAはアンチモン(Sb)及びテルル(Te)を除く元素であり、 $0 < a < 1$ であり、 $0 \leq b < 1$ である)で表すことができ、且つ、



20 (但し、MBはアンチモン(Sb)、テルル(Te)及びゲルマニウム(Ge)を除く元素あり、 $c = 1/3$ 、 $1/2$ 又は $2/3$ であり、 $0 < d \leq 1$ である)で表される金属間化合物とは異なる材料を主成分とすることを特徴とする。

25 本発明によれば、波長(λ)が約635nm未満のレーザビーム及び開口数(NA)が約0.6超の対物レンズを用いることにより、 λ/NA を640nm以下に設定して超解像記録及び超解像再生を行うことができる。しかも、光吸収層の主成分が上記材料であることから、記録時における貴金属酸化物層の局所的な変形が阻害されず、このため小さい記録マークを形成した場合であっても良好な信号特性を得ることが可能となる。

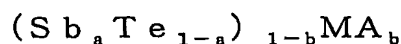
 また、貴金属酸化物層には酸化白金(PtO_x)が含まれていることが好ましい。この場合、貴金属酸化物層の実質的に全てが酸化白金(PtO_x)により構

成されていることが最も好ましいが、他の材料や不可避免的に混入する不純物が含まれていても構わない。貴金属酸化物層の材料として酸化白金 (PtO_x) を用いれば、良好な信号特性及び十分な耐久性を得ることが可能となる。

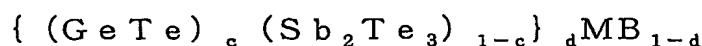
また、本発明による光記録媒体では、支持基板と第3の誘電体層との間に設けられた反射層をさらに備えることが好ましい。このような反射層を設ければ、再生信号のレベルが高められるとともに再生耐久性が大幅に向上する。ここで「再生耐久性」とは、再生劣化現象、つまり、再生時に照射されるレーザビームのエネルギーによって貴金属酸化物層の状態が変化し、これによりノイズの増加やキャリアの減少が生じてCNRが低下する現象に対する耐性をいう。反射層の厚さとしては、5 nm以上、200 nm以下であることが好ましく、10 nm以上、100 nm以下であることがより好ましく、10 nm以上、50 nm以下であることが最も好ましい。反射層の厚さをこのように設定することにより、生産性を大きく低下させることなく、十分な再生耐久性向上効果を得ることが可能となる。

また、貴金属酸化物層の厚さが2 nm以上、50 nm以下であり、第2の誘電体層の厚さが5 nm以上、100 nm以下であり、光吸収層の厚さが5 nm以上、100 nm以下であり、第3の誘電体層の厚さが10 nm以上、140 nm以下であることが好ましい。これによれば、次世代型の光記録媒体において用いられる波長が約405 nmのレーザビーム及び開口数が約0.85の対物レンズを用いた超解像記録及び超解像再生において、より良好な特性を得ることが可能となる。

本発明による光記録媒体の製造方法は、支持基板上に、反射層、第3の誘電体層、光吸収層、第2の誘電体層、貴金属酸化物層及び第1の誘電体層をこの順に形成する第1の工程と、前記第1の誘電体層上に光透過層を形成する第2の工程とを備え、前記光吸収層は、



(但し、MAはアンチモン (Sb) 及びテルル (Te) を除く元素であり、 $0 < a < 1$ であり、 $0 \leq b < 1$ である) で表すことができ、且つ、



(但し、MBはアンチモン (Sb)、テルル (Te) 及びゲルマニウム (Ge) を

除く元素あり、 $c = 1/3$ 、 $1/2$ 又は $2/3$ であり、 $0 < d \leq 1$ である)で表される金属間化合物とは異なる材料を主成分とすることを特徴とする。

本発明によれば、波長が約635nm未満のレーザビーム及び開口数が約0.6超の対物レンズを用いることにより、 λ/NA を640nm以下に設定して超解像記録及び超解像再生を行うことが可能な光記録媒体を製造することが可能となる。しかも、光吸収層の主成分が上記材料であることから、小さい記録マークを形成した場合であっても良好な信号特性を得ることが可能となる。しかも、光吸収層の主成分が上記材料であることから、小さい記録マークを形成した場合であっても良好な信号特性を得ることが可能となる。前記第1の工程は気相成長法により行い、前記第2の工程はスピンコート法により行うことが好ましい。

本発明によるデータ記録方法は、上述した光記録媒体に対し、前記光透過層側からレーザビームを照射することによってデータを記録するデータ記録方法であって、前記レーザビームの波長を λ 、前記レーザビームを集束するための対物レンズの開口数をNAとした場合、 λ/NA を640nm以下に設定して、長さが $\lambda/4NA$ 以下の記録マークを含む記録マーク列を記録することを特徴とする。また、本発明によるデータ再生方法は、上述した光記録媒体に対し、前記光透過層側からレーザビームを照射することによってデータを再生するデータ再生方法であって、前記レーザビームの波長を λ 、前記レーザビームを集束するための対物レンズの開口数をNAとした場合、 λ/NA を640nm以下に設定して、長さが $\lambda/4NA$ 以下の記録マークを含む記録マーク列からのデータ再生を行うことを特徴とする。いずれの場合も、レーザビームの波長を約405nmに設定し、対物レンズの開口数を約0.85に設定することが最も好ましく、これによれば、次世代型の光記録媒体用の記録再生装置と同様の記録再生装置を用いることができるので、記録再生装置の開発コスト・製造コストを抑制することが可能となる。

本発明によれば、波長が約635nm未満のレーザビーム及び開口数が約0.6超の対物レンズを用いることにより、 λ/NA を640nm以下に設定して超解像記録及び超解像再生を行うことができ、特に、次世代型の光記録媒体において用いられる波長が約405nmのレーザビーム及び開口数が約0.85の対物レンズ

を用いた超解像記録及び超解像再生において、良好な特性を得ることが可能となる。したがって、次世代型の光記録媒体用の記録再生装置と同様の記録再生装置を用いることができるので、記録再生装置の開発コスト・製造コストを抑制することが可能となる。

5

<図面の簡単な説明>

図1 (a) は、本発明の好ましい実施形態による光記録媒体10の外観を示す切り欠き斜視図であり、図1 (b) は (a) に示すA部を拡大した部分断面図である。

10

図2は、光記録媒体10に対してレーザビーム40を照射した状態を模式的に示す図である。

図3 (a) は貴金属酸化物層23上におけるレーザビーム40のビームスポットを示す平面図であり、図3 (b) はその強度分布を示す図である。

図4は、気泡23a (記録マーク) のサイズを説明するための図である。

15

図5は、記録時におけるレーザビーム40の強度変調パターンの一例を示す波形図である。

図6は、記録時におけるレーザビーム40の強度変調パターンの他の例を示す波形図である。

20

図7は、レーザビーム40の記録パワーとその後の再生により得られる再生信号のCNRとの関係を模式的に示すグラフである。

図8は、レーザビーム40の再生パワーとCNRとの関係を模式的に示すグラフである。

図9は、CNRの測定結果を示すグラフである。

25

<発明を実施するための最良の形態>

以下、添付図面を参照しながら、本発明の好ましい実施の形態について詳細に説明する。

図1 (a) は、本発明の好ましい実施形態による光記録媒体10の外観を示

す切り欠き斜視図であり、図 1 (b) は、図 1 (a) に示す A 部を拡大した部分断面図である。

図 1 (a) に示すように、本実施形態による光記録媒体 10 は円盤状であり、図 1 (b) に示すように、支持基板 11 と、光透過層 12 と、支持基板 11 と光透過層 12 との間にこの順に設けられた反射層 21、光吸収層 22 及び貴金属酸化物層 23 と、反射層 21 と光吸収層 22 との間、光吸収層 22 と貴金属酸化物層 23 との間及び貴金属酸化物層 23 と光透過層 12 との間にそれぞれ設けられた誘電体層 33、32 及び 31 とを備えて構成されている。データの記録及び再生は、光記録媒体 10 を回転させながらレーザビーム 40 を光入射面 12a 側から照射することによって行うことができる。レーザビーム 40 の波長は、635nm 未満に設定することが可能であり、特に、次世代型の光記録媒体に対して用いられる 405nm 程度の波長に設定することが最も好ましい。また、レーザビーム 40 を集束するための対物レンズの開口数としては 0.6 超に設定することが可能であり、特に、次世代型の光記録媒体に対して用いられる 0.85 程度の開口数に設定することが可能である。

支持基板 11 は、光記録媒体 10 に求められる機械的強度を確保するために用いられる円盤状の基板であり、その一方の面には、その中心部近傍から外縁部に向けて又は外縁部から中心部近傍に向けて、レーザビーム 40 をガイドするためのグループ 11a 及びランド 11b が螺旋状に形成されている。支持基板 11 の材料や厚さは、機械的強度の確保が可能である限り特に限定されない。例えば支持基板 11 の材料としては、ガラス、セラミックス、樹脂等を用いることができ、成形の容易性を考慮すれば樹脂を用いることが好ましい。このような樹脂としてはポリカーボネート樹脂、オレフィン樹脂、アクリル樹脂、エポキシ樹脂、ポリスチレン樹脂、ポリエチレン樹脂、ポリプロピレン樹脂、シリコン樹脂、フッ素系樹脂、ABS 樹脂、ウレタン樹脂等が挙げられる。中でも、加工性などの点からポリカーボネート樹脂やオレフィン樹脂を用いることが特に好ましい。但し、支持基板 11 はレーザビーム 40 の光路とはならないことから、当該波長領域における光透過性の高い材料を選択する必要はない。

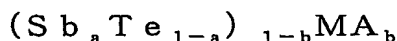
一方、支持基板 11 の厚さについては、機械的強度の確保に必要且つ十分である厚さ、例えば、0.6 mm 以上、2.0 mm 以下に設定することが好ましく、
現行の光記録媒体や次世代型の光記録媒体との互換性を考慮すれば、1.0 mm 以上、1.2 mm 以下、特に、1.1 mm 程度に設定することが好ましい。支持基板
5 11 の直径についても特に限定されないが、現行の光記録媒体や次世代型の光記録媒体との互換性を考慮すれば、120 mm 程度に設定することが好ましい。

光透過層 12 は、記録時及び再生時に照射されるレーザビーム 40 の光路となる層である。その材料としては、使用されるレーザビーム 40 の波長領域において光透過率が十分に高い材料である限り特に限定されず、例えば光透過性樹脂等を用いることができる。本実施形態による光記録媒体 10 では、光透過層 12 の厚さは 10 μ m 以上、200 μ m 以下に設定される。これは、光透過層 12 の厚さが 10 μ m 未満であると光入射面 12a 上におけるビーム径が非常に小さくなることから、光入射面 12a の傷やゴミが記録や再生に与える影響が大きくなりすぎるためであり、200 μ m 超であるとチルトマージンの確保やコマ収差の抑制が困難となるからである。また、次世代型の光記録媒体との互換性を考慮すれば、50 μ m 以上、150 μ m 以下に設定することが好ましく、70 μ m 以上、120 μ m 以下に設定することが特に好ましい。

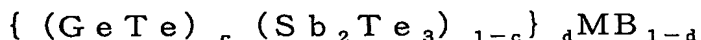
反射層 21 は、再生信号のレベルを高めるとともに再生耐久性を向上させる役割を果たす層である。反射層 21 の材料としては、金 (Au)、銀 (Ag)、銅 (Cu)、白金 (Pt)、アルミニウム (Al)、チタン (Ti)、クロム (Cr)、鉄 (Fe)、コバルト (Co)、ニッケル (Ni)、マグネシウム (Mg)、亜鉛 (Zn)、ゲルマニウム (Ge) 等の単体の金属又は合金を用いることができる。反射層 21 の厚さは特に限定されないが、5 nm 以上、200 nm 以下に設定することが好ましく、10 nm 以上、100 nm 以下に設定することがより好ましく、10 nm 以上、50 nm 以下に設定することが最も好ましい。これは、反射層 21 の厚さが 5 nm 未満であると再生耐久性を向上させる効果が十分に得られないからであり、また、反射層 21 の厚さが 200 nm を超えると成膜に時間がかかり生産性が低下する一方で、これ以上の再生耐久性向上効果がほとんど得られないか

らである。これに対し、反射層 21 の厚さを 10 nm 以上、100 nm 以下、特に 10 nm 以上、50 nm 以下に設定すれば、生産性を大きく低下させることなく、十分な再生耐久性向上効果を得ることが可能となる。尚、本発明において、光記録媒体に反射層 21 を設けることは必須でないが、これを設けることにより上記の効果を得ることが可能となる。

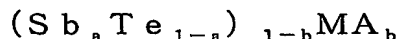
光吸収層 22 は、組成的には従来「相変化記録層」として機能すると考えられていた層であるが、本発明では、レーザビーム 40 のエネルギーを吸収しこれを熱に変換する役割を果たすとともに、それ自体が変形することにより記録信号の一部を保持する。本発明では、光吸収層 22 を構成する材料として、アンチモン (Sb) 及びテルル (Te) の合金又はこれに添加物が加えられた材料が主成分として用いられる。「主成分として」とは、少量 (15 mol % 以下) の他の材料や不可避免的に混入する不純物が含まれていても構わない趣旨である。このような材料としては、



(但し、MA はアンチモン (Sb) 及びテルル (Te) を除く元素であり、 $0 < a < 1$ であり、 $0 \leq b < 1$ である) で表される相変化材料と、



(但し、MB はアンチモン (Sb)、テルル (Te) 及びゲルマニウム (Ge) を除く元素あり、 $c = 1/3$ 、 $1/2$ 又は $2/3$ であり、 $0 < d \leq 1$ である) で表される金属間化合物系の相変化材料とが知られているが、本発明では光吸収層 22 を構成する材料として、



で表される相変化材料が主成分として用いられる。

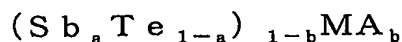
本発明においては、上記式において、

$$0 \leq b \leq 0.15$$

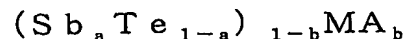
に設定することが好ましい。これは、b の値が 0.15 を超えると光の吸収係数が光吸収層 22 に要求される値よりも低くなるおそれがあり、また、熱伝導性が光吸収層 22 に要求される値よりも低くなるおそれがあるためである。

元素MAの種類は特に限定されないが、インジウム (I n) , ゲルマニウム (G e) , 銀 (A g) , 金 (A u) , ビスマス (B i) , セレン (S e) , アルミニウム (A l) , リン (P) , 水素 (H) , シリコン (S i) , 炭素 (C) , バナジウム (V) , タングステン (W) , タンタル (T a) , 亜鉛 (Z n) , マンガン (M n) , チタン (T i) , 錫 (S n) , パラジウム (P d) , 鉛 (P b) , 窒素 (N) , 酸素 (O) 及び希土類元素 (スカンジウム (S c) , イットリウム (Y) 及びランタノイド) からなる群より選ばれた1又は2以上の元素を選択することが好ましい。特に、波長が390nm〜420nmのレーザビームを用いる場合には、元素Mとして銀 (A g) , インジウム (I n) , ゲルマニウム (G e) 及び希土類元素からなる群より1又は2以上の元素を選択することが好ましい。これにより、波長が390nm〜420nmのレーザビーム、特に405nm程度のレーザビームを用いた場合において良好な信号特性を得ることが可能となる。

一方、 $\{ (GeTe)_c (Sb_2Te_3)_{1-c} \}_d MB_{1-d}$ において $c = 1/3$ 、 $1/2$ 又は $2/3$ で表される金属間化合物系の相変化材料は、原子比を最も簡単な整数比で表した場合、各々 $Ge_1Sb_4Te_7$ 、 $Ge_1Sb_2Te_4$ 及び $Ge_2Sb_2Te_5$ で表されるが、一般に金属間化合物は脆性であるため堅く変形しにくいという性質を有していることから、これを光吸収層22の主成分として用いると貴金属酸化物層23の分解反応による誘電体層32及び光吸収層22自体の局所的な変形が阻害されて良好な信号特性が得られないおそれが生じる。これに対し、光吸収層22の主成分として、



で表される材料を用いれば、貴金属酸化物層23の分解反応による局所的な変形が阻害されないことから、小さい記録マークを形成した場合であっても良好な信号特性を得ることが可能となる。本発明において、光吸収層22を構成する材料として



で表される材料を主成分として用いているのはこのためである。

但し、光吸収層22の記録による相変化が信号となって現れることはほとんどない。

光吸収層 22 の厚さとしては、5 nm 以上、100 nm 以下に設定することが好ましく、10 nm 以上、80 nm 以下に設定することがより好ましく、10 nm 以上、60 nm 以下に設定することが特に好ましい。これは、光吸収層 22 の厚さが 5 nm 未満であるとレーザビームのエネルギーを十分に吸収することができないおそれがあるからであり、100 nm を超えると成膜に時間がかかり生産性が低下するからである。これに対し、光吸収層 22 の厚さを 10 nm 以上、80 nm 以下、特に 10 nm 以上、60 nm 以下に設定すれば、高い生産性を確保しつつレーザビーム 40 のエネルギーを十分に吸収することが可能となる。

貴金属酸化物層 23 は、レーザビーム 40 の照射により記録マークが形成される層であり、貴金属の酸化物を主成分とする。貴金属の種類としては特に限定されないが、白金 (Pt)、銀 (Ag) 及びパラジウム (Pd) の少なくとも 1 種が好ましく、白金 (Pt) が特に好ましい。つまり、貴金属酸化物層 23 の材料としては、酸化白金 (PtO_x) を選択することが特に好ましい。貴金属酸化物層 23 の材料として酸化白金 (PtO_x) を用いれば、良好な信号特性及び十分な耐久性を得ることが可能となる。貴金属酸化物層 23 の材料として酸化白金 (PtO_x) を用いる場合、x の値としては、使用するレーザビーム 40 の波長領域において消衰係数 (k) が 3 未満 ($k < 3$) となるように設定することが好ましい。

貴金属酸化物層 23 の厚さは信号特性に大きな影響を与える。良好な信号特性を得るためには、その厚さを 2 nm 以上、50 nm 以下に設定することが好ましく、2 nm 以上、30 nm 以下に設定することがより好ましい。特に良好な信号特性を得るためには、その厚さを 2 nm 以上、8 nm 以下に設定することが好ましく、3 nm 以上、6 nm 以下に設定することがより好ましく、4 nm 程度に設定することが特に好ましい。貴金属酸化物層 23 の厚さが 2 nm 未満又は 50 nm 超であると、レーザビーム 40 を照射しても良好な形状を持った記録マークが形成されず、十分なキャリア／ノイズ比 (CNR) が得られないおそれがあるからである。これに対し、貴金属酸化物層 23 の厚さを 3 nm 以上、30 nm 以下、特に 4 nm 程度に設定すれば良好な形状をもった記録マークを形成することでき、高い CNR を得ることが可能となる。

誘電体層 3 1、3 2 及び 3 3 は、主として、これらに隣接する各層を物理的及び化学的に保護するとともに、光学特性を調整する役割を果たす。本明細書及び特許請求の範囲においては、誘電体層 3 1、3 2 及び 3 3 をそれぞれ第 1、第 2 及び第 3 の誘電体層と呼ぶことがある。誘電体層 3 1、3 2 及び 3 3 の材料としては、
5 酸化物、硫化物、窒化物又はこれらの組み合わせを主成分として用いることができる。具体的には、 Al_2O_3 、 AlN 、 ZnO 、 ZnS 、 GeN 、 $GeCrN$ 、 CeO_2 、 SiO 、 SiO_2 、 Si_3N_4 、 SiC 、 La_2O_3 、 TaO 、 TiO_2 、 $SiAlON$ (SiO_2 、 Al_2O_3 、 Si_3N_4 及び AlN の混合物) 及び $LaSiON$ (La_2O_3 、 SiO_2 及び Si_3N_4 の混合物) 等、アルミニウム (Al)、シリコン
10 (Si)、セリウム (Ce)、チタン (Ti)、亜鉛 (Zn)、タンタル (Ta) 等の酸化物、窒化物、硫化物、炭化物あるいはそれらの混合物を用いることが好ましく、特に、 ZnS と SiO_2 との混合物を用いることがより好ましい。この場合、 ZnS の割合を 70 モル%以上、90 モル%以下に設定し、 SiO_2 の割合を 10 モル%以上、30 モル%以下に設定することが好ましく、 ZnS と SiO_2 のモル
15 比を 80 : 20 程度に設定することが最も好ましい。

誘電体層 3 1、3 2 及び 3 3 は、互いに同じ材料で構成されてもよいし、その一部又は全部が異なる材料で構成されてもよい。さらに、誘電体層 3 1、3 2 及び 3 3 の少なくとも一つが複数層からなる多層構造であっても構わない。

誘電体層 3 3 の厚さは、10 nm 以上、140 nm 以下に設定することが好ましく、20 nm 以上、120 nm 以下に設定することがより好ましい。これは、
20 誘電体層 3 3 の厚さが 10 nm 未満であると光吸収層 2 2 を十分に保護できないおそれがあるからであり、誘電体層 3 3 の厚さが 140 nm を超えると成膜に時間がかかり生産性が低下するからである。これに対し、誘電体層 3 3 の厚さを 20 nm 以上、120 nm 以下に設定すれば、高い生産性を確保しつつ光吸収層 2 2 を効果
25 的に保護することが可能となる。

誘電体層 3 2 の厚さは、5 nm 以上、100 nm 以下に設定することが好ましく、20 nm 以上、100 nm 以下に設定することがより好ましい。これは、誘電体層 3 2 の厚さが 5 nm 未満であると貴金属酸化物層 2 3 の分解時に破壊され、

貴金属酸化物層 2 3 を保護できなくなるおそれがあるからであり、誘電体層 3 2 の厚さが 1 0 0 nm を超えると記録時において貴金属酸化物層 2 3 が十分に變形できなくなるおそれがあるからである。これに対し、誘電体層 3 2 の厚さを 2 0 nm 以上、1 0 0 nm 以下に設定すれば、貴金属酸化物層 2 3 を十分に保護しつつ、記録時における變形を過度に阻害することがない。また、誘電体層 3 2 の厚さはデータ再生時における信号特性にも影響を与え、その厚さを 5 0 nm 以上、7 0 nm 以下、特に 6 0 nm 程度に設定することにより、高い CNR を得ることが可能となる。

誘電体層 3 1 の厚さは、貴金属酸化物層 2 3 を十分に保護できる限りにおいて、求められる反射率に応じて定めれば良く、例えば、3 0 nm 以上、1 2 0 nm 以下に設定することが好ましく、5 0 nm 以上、1 0 0 nm 以下に設定することがより好ましく、7 0 nm 程度に設定することが特に好ましい。これは、誘電体層 3 1 の厚さが 3 0 nm 未満であると貴金属酸化物層 2 3 を十分に保護できないおそれがあるからであり、誘電体層 3 1 の厚さが 1 2 0 nm を超えると成膜に時間がかかり生産性が低下するからである。これに対し、誘電体層 3 1 の厚さを 5 0 nm 以上、1 0 0 nm 以下、特に 7 0 nm 程度に設定すれば、高い生産性を確保しつつ貴金属酸化物層 2 3 を十分に保護することが可能となる。

以上が光記録媒体 1 0 の構造である。

このような構造を有する光記録媒体 1 0 の製造においては、まず支持基板 1 1 を用意し、グループ 1 1 a 及びランド 1 1 b が形成されている側の表面に反射層 2 1、誘電体層 3 3、光吸収層 2 2、誘電体層 3 2、貴金属酸化物層 2 3、誘電体層 3 1 及び光透過層 1 2 を順次形成することにより作製することができる。つまり、光記録媒体 1 0 の作製においては、次世代型の光記録媒体と同様、光入射面 1 2 a とは反対側から順次成膜が行われることになる。

反射層 2 1、誘電体層 3 3、光吸収層 2 2、誘電体層 3 2、貴金属酸化物層 2 3、誘電体層 3 1 の形成は、これらの構成元素を含む化学種を用いた気相成長法、例えば、スパッタリング法や真空蒸着法を用いることができ、中でも、スパッタリング法を用いることが好ましい。一方、光透過層 1 2 の形成については、粘度調整された例えばアクリル系又はエポキシ系の紫外線硬化性樹脂をスピコート法によ

り皮膜させ、窒素雰囲気中で紫外線を照射して硬化する等の方法により形成することができる。但し、スピコート法ではなく、光透過性樹脂を主成分とする光透過性シートと各種接着剤や粘着剤を用いて光透過層 12 を形成しても構わない。

尚、光透過層 12 の表面にハードコート層を設け、これによって光透過層 12 の表面を保護しても構わない。この場合、ハードコート層の表面が光入射面 12 a を構成する。ハードコート層の材料としては、例えば、エポキシアクリレートオリゴマー（2 官能オリゴマー）、多官能アクリルモノマー、単官能アクリルモノマー及び光重合開始剤を含む紫外線硬化性樹脂や、アルミニウム（Al）、シリコン（Si）、セリウム（Ce）、チタン（Ti）、亜鉛（Zn）、タンタル（Ta）等の酸化物、窒化物、硫化物、炭化物あるいはそれらの混合物を用いることができる。ハードコート層の材料として紫外線硬化性樹脂を用いる場合には、スピコート法によってこれを光透過層 12 上に形成することが好ましく、上記酸化物、窒化物、硫化物、炭化物あるいはそれらの混合物を用いる場合には、これらの構成元素を含む化学種を用いた気相成長法、例えば、スパッタリング法や真空蒸着法を用いることができ、中でも、スパッタリング法を用いることが好ましい。

また、ハードコート層に潤滑性を持たせることによって、汚れの付着を防止し防汚機能を高めることが好ましい。ハードコート層に潤滑性を与えるためには、ハードコート層の母体となる材料に潤滑剤を含有させることが有効であり、潤滑剤としては、シリコーン系潤滑剤やフッ素系潤滑剤、脂肪酸エステル系潤滑剤を選択することが好ましく、その含有量としては、0.1 質量%以上、5.0 質量%以下とすることが好ましい。

次に、本実施形態による光記録媒体 10 に対するデータの記録方法及び記録原理について説明する。

光記録媒体 10 へのデータ記録は、光記録媒体 10 を回転させながら、波長が 635 nm 未満、特に、次世代型の光記録媒体に対して用いられる 405 nm 程度の波長を有するレーザビーム 40 を光入射面 12 a 側から貴金属酸化物層 23 に照射することにより行う。この場合、レーザビーム 40 を集束するための対物レンズとしては、開口数が 0.6 超、特に、次世代型の光記録媒体に対して用いられる

0.85程度の開口数を有する対物レンズを用いることができる。つまり、次世代型の光記録媒体に対して用いられる光学系と同様の光学系を用いてデータの記録を行うことができる。

図2は、光記録媒体10に対してレーザビーム40を照射した状態を模式的に示す略断面図である。尚、図2に示す光記録媒体10の断面は、グループ11a又はランド11bに沿った断面である。

図2に示すように、上記波長を有するレーザビーム40を上記開口数を有する対物レンズ50で集束して光記録媒体10に照射すると、ビームスポットの中心部分において貴金属酸化物層23が分解し、酸素ガス(O_2)が充填された気泡23aが形成される。気泡23aの内部には、原料金属の微粒子23bが分散した状態となる。このとき、気泡23aの周囲に存在する各層はその圧力により塑性変形するため、この気泡23aを不可逆的な記録マークとして用いることができる。例えば、貴金属酸化物層23の材料が酸化白金(PtO_x)である場合、ビームスポットの中心部分において酸化白金(PtO_x)が白金(Pt)と酸素ガス(O_2)に分解し、気泡23a中に白金(Pt)の微粒子が分散した状態となる。貴金属酸化物層23のうち、気泡23aが形成されていない部分はブランク領域である。

貴金属酸化物層23の分解は、ビームスポットの全体において生じるのではなく、上述の通り、ビームスポットの中心部分においてのみ生じる。したがって、形成される気泡23a(記録マーク)はビームスポット径に比べて小さく、これにより超解像記録が実現される。このような超解像記録を行うことができる理由は次の通りである。

図3(a)は貴金属酸化物層23上におけるレーザビーム40のビームスポットを示す平面図であり、図3(b)はその強度分布を示す図である。

図3(a)に示すように、ビームスポット41の平面形状はほぼ円形であるが、ビームスポット41内におけるレーザビーム40の強度分布は一様ではなく、図3(b)に示すようにガウシアン分布を持っている。つまり、ビームスポット41内は中心部ほど高エネルギーとなる。したがって、最大強度の $1/e^2$ を十分に超える所定のしきい値Aを設定すれば、しきい値A以上の強度となる領域42の径

W2は、ビームスポット41の径W1よりも十分に小さくなる。このことは、しきい値A以上の強度を持つレーザビーム40が照射された場合に分解するという特性を貴金属酸化物層23が有していれば、レーザビーム40が照射された領域のうち、ビームスポット41内の領域42に相当する部分にのみ気泡23a（記録マーク）が選択的に形成されることを意味する。

これにより、図4に示すように、貴金属酸化物層23にはビームスポットの径W1よりも十分に小さい気泡23a（記録マーク）を形成することができ、その径はほぼW2となる。つまり、見かけ上のビームスポット径W2と実際のビームスポット径W1との関係が $W1 > W2$ となり、超解像記録が実現される。ここで、貴金属酸化物層23の材料として最も好ましい材料である酸化白金（PtO_x）は、580℃に加熱されると分解するという特性を有していることから、照射により貴金属酸化物層23が580℃以上となる強度がしきい値Aとなる。

したがって、光記録媒体10を回転させながら強度変調されたレーザビーム40をグループ11a及び／又はランド11bに沿って照射すれば、貴金属酸化物層23の所望の部分に再生限界未満の微細な記録マークを形成することが可能となる。

図5は、記録時におけるレーザビーム40の強度変調パターンの一例を示す波形図である。図5に示すように、記録時におけるレーザビーム40の強度40aとしては、記録マークM1、M2、M3・・・を形成すべき領域において記録パワー（=P_w）に設定し、記録マークを形成すべきでない領域（ブランク領域）において基底パワー（=P_b）に設定すればよい。これにより、貴金属酸化物層23のうち、記録パワーP_wをもつレーザビーム40が照射された領域において分解により気泡23aが形成されるので、所望の長さをもつ記録マークM1、M2、M3・・・を形成することが可能となる。但し、記録時におけるレーザビーム40の強度変調パターンは図5に示すパターンに限られず、例えば図6に示すように、分割されたパルス列を用いて記録マークM1、M2、M3・・・を形成しても構わない。

図7は、レーザビーム40の記録パワーとその後の再生により得られる再生信号のCNRとの関係を模式的に示すグラフである。

図7に示すように、光記録媒体10では、レーザビーム40の記録パワーが P_{w1} 未満であると、その後再生しても有効な再生信号は得られない。これは、レーザビーム40の記録パワーが P_{w1} 未満であると、貴金属酸化物層23が実質的に分解しないためであると考えられる。また、レーザビーム40の記録パワーが P_{w1} 以上、 P_{w2} ($>P_{w1}$) 未満の領域では、記録パワーが高いほどその後の再生で高いCNRが得られる。これは、レーザビーム40の記録パワーが P_{w1} 以上、 P_{w2} 未満の領域では、貴金属酸化物層23の分解が部分的に生じており、このため記録パワーが高いほど分解量が多くなるためであると考えられる。そして、レーザビーム40の記録パワーが P_{w2} 以上の領域では、これ以上記録パワーを高めてもその後の再生で得られるCNRはほとんど変化しない。これは、レーザビーム40の記録パワーが P_{w2} 以上であると貴金属酸化物層23がほぼ完全に分解するためであると考えられる。以上を考慮すれば、レーザビーム40の記録パワーとしては P_{w2} 以上に設定することが好ましいと言える。

P_{w2} の値は光記録媒体10の構成（各層の材料や各層の厚さ等）や記録条件（記録線速度やレーザビーム40の波長等）によって異なるが、記録線速度が6.0 m/s程度、レーザビーム40の波長が405 nm程度、対物レンズ50の開口数が約0.85程度である場合、

$$5.0 \text{ mW} \leq P_{w2} \leq 9.0 \text{ mW}$$

であり、 P_{w1} との関係においては、

$$P_{w1} \times 1.4 \leq P_{w2} \leq P_{w1} \times 2.0$$

である。

実際の記録パワーの設定においては、光記録媒体10の製造ばらつきやレーザビーム40のパワー変動等を考慮して、 P_{w2} よりも0.3 mW以上高く設定することが好ましい。これは、実際の記録パワーが P_{w2} に比べて高すぎる分には大きな実害がないことから、 P_{w2} に対して十分なマージンを確保すべきだからである。但し、必要以上に高い記録パワーは無駄であることから、 P_{w2} よりも2.0 mW以上高く設定する必要はない。以上より、実際の記録パワーは、5.3 mW ($=5.0 \text{ mW} + 0.3 \text{ mW}$) 以上、11.0 mW ($=9.0 \text{ mW} + 2.0 \text{ mW}$) 以

下に設定すればよいと言える。

以上が光記録媒体 10 に対するデータの記録方法及び記録原理である。

このようにして記録されたデータを再生する場合、光記録媒体 10 を回転させながら、所定の強度（再生パワー＝ P_r ）に固定したレーザビーム 40 をグループ 11 a 及び／又はランド 11 b に沿って照射すればよい。そして、得られる反射光を光電変換すれば、記録マーク列に応じた電気信号を得ることが可能となる。このような超解像再生が可能である理由は必ずしも明らかではないが、再生パワーに設定されたレーザビーム 40 を照射すると、レーザビーム 40 と気泡 23 a 内に存在する金属微粒子 23 b とが何らかの相互作用を起こし、これが超解像再生を可能としているものと推察される。

図 8 は、レーザビーム 40 の再生パワーと CNR との関係を模式的に示すグラフである。

図 8 に示すように、レーザビーム 40 の再生パワーが P_{r1} 未満であると有効な再生信号がほとんど得られないが、再生パワーを P_{r1} 以上に設定すると CNR は急速に高まり、再生パワーを P_{r2} ($> P_{r1}$) まで高めると CNR は飽和する。このような現象が生じる理由は必ずしも明らかではないが、 P_{r1} 以上に設定されたレーザビーム 40 の照射により金属微粒子 23 b と光の相互作用が発生或いは顕著となるためであると推察される。したがって、レーザビーム 40 の再生パワーとしては P_{r1} 以上に設定する必要がある、 P_{r2} 以上に設定することが好ましい。

しかしながら、再生パワーを高く設定しすぎるとブランク領域において貴金属酸化物層 23 の分解が生じるおそれがあり、このような分解が生じると大幅な再生劣化をもたらしたり、場合によってはデータが消失してしまう。この点を考慮すれば、レーザビーム 40 の再生パワーとしては P_{r2} 以上、 P_{w1} 未満に設定することが好ましい。

P_{r2} の値は光記録媒体 10 の構成（各層の材料や各層の厚さ等）や再生条件（再生線速度やレーザビーム 40 の波長等）によって異なるが、再生線速度が 6.0 m/s 程度、レーザビーム 40 の波長が 405 nm 程度、対物レンズ 50 の開口

数が約0.85程度である場合、

$$1.0\text{ mW} \leq P_{r2} \leq 3.0\text{ mW}$$

であり、 P_{r1} との関係においては、

$$P_{r1} \times 1.05 \leq P_{r2} \leq P_{r1} \times 1.6$$

5 である。

実際の再生パワーの設定においては、 P_{r2} よりも0.1mW以上、0.3mW以下高く設定することが好ましい。これは、再生パワーが P_{r2} を超えると、それ以上再生パワーを高く設定してもCNRの改善が見られなくなる一方で、再生劣化が生じやすくなることから、再生劣化を抑制するためには実際の再生パワーを
10 P_{r2} よりも若干高いレベルに設定すべきだからである。通常、出力が1mW～3mWの領域におけるレーザビーム40のパワー変動は0.1mW未満であることから、光記録媒体10の製造ばらつき等を考慮しても、 P_{r2} よりも0.1mW以上、0.3mW以下高く設定すれば十分であると考えられる。以上より、実際の再生パワーは、1.1mW(=1.0mW+0.1mW)以上、3.3mW(=3.0mW+0.3mW)以下に設定すればよいと言える。
15

従来の光記録媒体における再生パワーは、通常0.1mW～0.5mW程度であり、片面に2層の記録面を持つ次世代型の光記録媒体においても約0.8mWを超える再生パワーに設定されることはほとんど無いことを考えると、本実施形態における再生パワーのレベルが従来の光記録媒体に比べて相当高いことが分かる。

20 また、実際の再生パワーは、実際の記録パワーとの関係で言えば、

$$P_w \times 0.1 \leq P_r \leq P_w \times 0.5$$

に設定することが好ましく、

$$P_w \times 0.1 \leq P_r \leq P_w \times 0.4$$

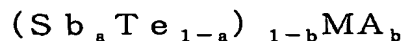
に設定することがより好ましい。ここからも、本実施形態における再生パワーのレベルが従来の光記録媒体に比べて相当高いことが分かる。
25

実際に記録パワーや再生パワーとして設定すべき値に関しては、「設定情報」として当該光記録媒体10内に保存しておくことが好ましい。このような設定情報を光記録媒体10内に保存しておけば、ユーザが実際にデータの記録や再生を行

う際に、光記録再生装置によって設定情報が読み出され、これに基づいて記録パワーや再生パワーを決定することが可能となる。

5 設定情報としては、記録パワーや再生パワーのみならず、光記録媒体 10 に対してデータの記録や再生を行う場合に必要な各種条件（線速度等）を特定するために必要な情報を含んでいることがより好ましい。設定情報は、ウォブルやプレピットとして記録されたものでもよく、貴金属酸化物層 23 にデータとして記録されたものでもよい。また、データの記録や再生に必要な各種条件を直接的に示すもののみならず、光記録再生装置内にあらかじめ格納されている各種条件のいずれかを指定することにより記録パワーや再生パワー等の特定を間接的に行うものであっても構わない。

10 以上説明したように、本実施形態によれば、波長が約 635 nm 未満のレーザビーム及び開口数が約 0.6 超の対物レンズを用いることにより、 λ/NA を 640 nm 以下に設定して超解像記録及び超解像再生を行うことができ、特に、次世代型の光記録媒体において用いられる波長が約 405 nm のレーザビーム及び開口
15 数が約 0.85 の対物レンズを用いた超解像記録及び超解像再生において、良好な特性を得ることが可能となる。したがって、次世代型の光記録媒体用の記録再生装置と同様の記録再生装置を用いることができるので、記録再生装置の開発コスト・製造コストを抑制することが可能となる。しかも、光吸収層 22 の材料として、



20 で表される材料を主成分とする材料を用いていることから、記録マークが形成されやすく、このため小さい記録マークを形成した場合であっても良好な信号特性を得ることが可能となる。

25 本発明は、以上説明した実施の形態に限定されることなく、特許請求の範囲に記載された発明の範囲内で種々の変更が可能であり、それらも本発明の範囲内に包含されるものであることはいうまでもない。

例えば、図 1 に示した光記録媒体 10 の構造は、あくまで本発明による光記録媒体の好ましい構造であり、本発明による光記録媒体の構造がこれに限定されるものではない。例えば、光吸収層 22 から見て支持基板 11 側にもう一つの貴金属

酸化物層を追加しても構わないし、貴金属酸化物層 2 3 から見て光透過層 1 2 側にもう一つの光吸収層を追加しても構わない。

さらに、支持基板 1 1 の両面に光吸収層 2 2 や貴金属酸化物層 2 3 等の各種機能層をそれぞれ設けることにより、両面に記録面を持つ構造とすることも可能であるし、支持基板 1 1 の一方の面に透明中間層を介して各種機能層を 2 層以上積層することによって片面に 2 層以上の記録面を持つ構造とすることも可能である。

さらにまた、上記実施形態においては、気泡 2 3 a の発生源となる記録層として貴金属酸化物層 2 3 を用いているが、貴金属酸化物層の代わりに貴金属窒化物層を用いても構わない。この場合も、貴金属の種類としては白金 (Pt)、銀 (Ag) 及びパラジウム (Pd) の少なくとも 1 種が好ましく、白金 (Pt) が特に好ましい。つまり、窒化白金 (PtN_x) を選択することが特に好ましい。貴金属窒化物層を用いた場合、分解により生じる窒素ガス (N₂) によって気泡 2 3 a が形成されることになるが、窒素ガス (N₂) は化学的に非常に安定なガスであることから、これが他の層を酸化あるいは腐食させる可能性は非常に少なく、このため高い保存信頼性を得ることが可能となる。

さらに、上記実施形態においては、貴金属酸化物層 2 3 を誘電体層 3 1、3 2 によって挟持しているが、貴金属酸化物層 2 3 の分解により形成されるマーク部分の過度の変形を抑制できる場合、誘電体層 3 1 を省略することが可能である。

[実施例]

以下、本発明の実施例について説明するが、本発明はこの実施例に何ら限定されるものではない。

[サンプルの作製]

実施例 1

以下の方法により、図 1 に示す光記録媒体 1 0 と同じ構造を有する光記録媒体サンプルを作製した。

まず、射出成型法により、厚さ約 1.1 mm、直径約 120 mm であり、表面にグルーブ 1 1 a 及びランド 1 1 b が形成されたポリカーボネートからなるディスク状の支持基板 1 1 を作製した。

次に、この支持基板 11 をスパッタリング装置にセットし、グループ 11 a 及びランド 11 b が形成されている側の表面に実質的に白金 (Pt) からなる厚さ約 20 nm の反射層 21、実質的に ZnS と SiO₂ の混合物 (モル比=約 80 : 20) からなる厚さ約 100 nm の誘電体層 33、実質的に Sb_{74.1}Te_{25.9} (添え字の値は mol % 表示である。以下、原子比を最も簡単な整数比で表す場合を除き同様である) で表される材料からなる厚さ約 20 nm の光吸収層 22、実質的に ZnS と SiO₂ の混合物 (モル比=約 80 : 20) からなる厚さ約 60 nm の誘電体層 32、実質的に酸化白金 (PtO_x) からなる厚さ約 4 nm の貴金属酸化物層 23、実質的に ZnS と SiO₂ の混合物 (モル比=約 80 : 20) からなる厚さ約 70 nm の誘電体層 31 を順次スパッタ法により形成した。

ここで、貴金属酸化物層 23 の形成においては、ターゲットとして白金 (Pt)、スパッタガスとして酸素ガス (O₂) 及びアルゴンガス (Ar) を用い (流量比=1 : 3)、チャンバー内の圧力を 0.14 Pa、スパッタパワーを 100 W に設定した。これにより、形成された酸化白金 (PtO_x) の消衰係数 (k) は約 1.69 となった。

そして、誘電体層 31 上に、アクリル系紫外線硬化性樹脂をスピコート法によりコーティングし、これに紫外線を照射して厚さ約 100 μm の光透過層 12 を形成した。これにより、実施例 1 による光記録媒体サンプルが完成した。

実施例 2

光吸収層 22 の厚さを約 60 nm に設定した他は、実施例 1 による光記録媒体サンプルと同様にして実施例 2 による光記録媒体サンプルを作製した。

実施例 3

光吸収層 22 の材料として Ge_{6.5}Sb_{73.5}Te_{18.0}Tb_{2.0} で表される材料を用いた他は、実施例 1 による光記録媒体サンプルと同様にして実施例 3 による光記録媒体サンプルを作製した。

実施例 4

光吸収層 22 の厚さを約 60 nm に設定した他は、実施例 3 による光記録媒体サンプルと同様にして実施例 4 による光記録媒体サンプルを作製した。

実施例 5

光吸収層 2 2 の材料として $\text{Ag}_{5.9}\text{In}_{4.4}\text{Sb}_{61.1}\text{Te}_{28.6}$ で表される材料を用い、その厚さを約 60 nm に設定した他は、実施例 1 による光記録媒体サンプルと同様にして実施例 5 による光記録媒体サンプルを作製した。

5

実施例 6

上述した支持基板 1 1 をスパッタリング装置にセットし、グループ 1 1 a 及びランド 1 1 b が形成されている側の表面に、実質的に ZnS と SiO_2 の混合物（モル比＝約 80 : 20）からなる厚さ約 80 nm の誘電体層 3 3、実質的に $\text{In}_{1.1}\text{Ge}_{6.9}\text{Sb}_{73.9}\text{Te}_{18.1}$ で表される材料からなる厚さ約 20 nm の光吸収層 2 2、実質的に ZnS と SiO_2 の混合物（モル比＝約 80 : 20）からなる厚さ約 40 nm の誘電体層 3 2、実質的に酸化白金（ PtO_x ）からなる厚さ約 4 nm の貴金属酸化物層 2 3、実質的に ZnS と SiO_2 の混合物（モル比＝約 80 : 20）からなる厚さ約 100 nm の誘電体層 3 1 を順次スパッタ法により形成した。

10

15

ここで、貴金属酸化物層 2 3 の形成においては、ターゲットとして白金（ Pt ）、スパッタガスとして酸素ガス（ O_2 ）及びアルゴンガス（ Ar ）を用い（流量比＝1 : 2）、チャンバー内の圧力を 0.14 Pa、スパッタパワーを 100 W に設定した。これにより、形成された酸化白金（ PtO_x ）の消衰係数（ k ）は約 1.69 となった。

20

そして、誘電体層 3 1 上に、アクリル系紫外線硬化性樹脂をスピンコート法によりコーティングし、これに紫外線を照射して厚さ約 100 μm の光透過層 1 2 を形成した。これにより、実施例 6 による光記録媒体サンプルが完成した。このように、実施例 6 による光記録媒体サンプルでは、反射層 2 1 が省略されている。

実施例 7

光吸収層 2 2 の厚さを約 60 nm に設定した他は、実施例 6 による光記録媒体サンプルと同様にして実施例 7 による光記録媒体サンプルを作製した。

25

実施例 8

光吸収層 2 2 の材料として $\text{Ag}_{5.9}\text{In}_{4.4}\text{Sb}_{61.1}\text{Te}_{28.6}$ で表される材料を用いた他は、実施例 6 による光記録媒体サンプルと同様にして実施例 8 によ

る光記録媒体サンプルを作製した。

実施例 9

光吸収層 2 2 の厚さを約 60 nm に設定した他は、実施例 8 による光記録媒体サンプルと同様にして実施例 9 による光記録媒体サンプルを作製した。

5

比較例 1

光吸収層 2 2 の材料として $\text{Ge}_{22.2}\text{Sb}_{22.2}\text{Te}_{55.6}$ で表される金属間化合物系の相変化材料を用いた他は、実施例 1 による光記録媒体サンプルと同様にして比較例 1 による光記録媒体サンプルを作製した。上記材料は、原子比を最も簡単な整数比で表した場合、 $\text{Ge}_2\text{Sb}_2\text{Te}_5$ で表すことができる材料である。

10

比較例 2

光吸収層 2 2 の材料として $\text{Ge}_{14.3}\text{Sb}_{28.6}\text{Te}_{57.1}$ で表される金属間化合物系の相変化材料を用いた他は、実施例 1 による光記録媒体サンプルと同様にして比較例 2 による光記録媒体サンプルを作製した。上記材料は、原子比を最も簡単な整数比で表した場合、 $\text{Ge}_1\text{Sb}_2\text{Te}_4$ で表すことができる材料である。

15

比較例 3

光吸収層 2 2 の厚さを約 60 nm に設定した他は、比較例 2 による光記録媒体サンプルと同様にして比較例 3 による光記録媒体サンプルを作製した。

比較例 4

20

光吸収層 2 2 の材料として $\text{Ge}_{8.3}\text{Sb}_{33.3}\text{Te}_{58.4}$ で表される金属間化合物系の相変化材料を用いた他は、実施例 1 による光記録媒体サンプルと同様にして比較例 4 による光記録媒体サンプルを作製した。上記材料は、原子比を最も簡単な整数比で表した場合、 $\text{Ge}_1\text{Sb}_4\text{Te}_7$ で表すことができる材料である。

比較例 5

25

光吸収層 2 2 の厚さを約 60 nm に設定した他は、比較例 4 による光記録媒体サンプルと同様にして比較例 5 による光記録媒体サンプルを作製した。

比較例 6

光吸収層 2 2 の材料として実質的にアンチモン (Sb) のみを用い、その厚さを約 60 nm に設定した他は、実施例 1 による光記録媒体サンプルと同様にして

比較例 6 による光記録媒体サンプルを作製した。

比較例 7

光吸収層 2 2 の材料として実質的にテルル (Te) のみを用い、その厚さを約 60 nm に設定した他は、実施例 1 による光記録媒体サンプルと同様にして比較
5 例 7 による光記録媒体サンプルを作製した。

これら実施例 1 乃至 9 並びに比較例 1 乃至 7 の光記録媒体サンプルにおける光吸収層 2 2 の材料及び厚さ並びに反射層 2 1 の有無を次表にまとめる。

[表 1]

| | 光吸収層 22 の材料 | 光吸収層 22 の厚さ | 反射層 21 の有無 |
|-------|--|-------------|------------|
| 実施例 1 | $\text{Sb}_{74.1}\text{Te}_{25.9}$ | 20nm | 有 |
| 実施例 2 | $\text{Sb}_{74.1}\text{Te}_{25.9}$ | 60nm | 有 |
| 実施例 3 | $\text{Ge}_{6.5}\text{Sb}_{73.5}\text{Te}_{18.0}\text{Tb}_{2.0}$ | 20nm | 有 |
| 実施例 4 | $\text{Ge}_{6.5}\text{Sb}_{73.5}\text{Te}_{18.0}\text{Tb}_{2.0}$ | 60nm | 有 |
| 実施例 5 | $\text{Ag}_{5.9}\text{In}_{4.4}\text{Sb}_{61.1}\text{Te}_{28.6}$ | 60nm | 有 |
| 実施例 6 | $\text{In}_{1.1}\text{Ge}_{6.9}\text{Sb}_{73.9}\text{Te}_{18.1}$ | 20nm | 無 |
| 実施例 7 | $\text{In}_{1.1}\text{Ge}_{6.9}\text{Sb}_{73.9}\text{Te}_{18.1}$ | 60nm | 無 |
| 実施例 8 | $\text{Ag}_{5.9}\text{In}_{4.4}\text{Sb}_{61.1}\text{Te}_{28.6}$ | 20nm | 無 |
| 実施例 9 | $\text{Ag}_{5.9}\text{In}_{4.4}\text{Sb}_{61.1}\text{Te}_{28.6}$ | 60nm | 無 |
| 比較例 1 | $\text{Ge}_{22.2}\text{Sb}_{22.2}\text{Te}_{55.6}$ | 20nm | 有 |
| 比較例 2 | $\text{Ge}_{14.3}\text{Sb}_{28.6}\text{Te}_{57.1}$ | 20nm | 有 |
| 比較例 3 | $\text{Ge}_{14.3}\text{Sb}_{28.6}\text{Te}_{57.1}$ | 60nm | 有 |
| 比較例 4 | $\text{Ge}_{8.3}\text{Sb}_{33.3}\text{Te}_{58.4}$ | 20nm | 有 |
| 比較例 5 | $\text{Ge}_{8.3}\text{Sb}_{33.3}\text{Te}_{58.4}$ | 60nm | 有 |
| 比較例 6 | Sb | 60nm | 有 |
| 比較例 7 | Te | 60nm | 有 |

10

[特性の評価]

まず、実施例 1 乃至 9 並びに比較例 1 乃至 7 の光記録媒体サンプルを光ディスク評価装置 (パルステック社製 DDU1000) にセットし、約 6.0 m/s の

線速度で回転させながら、開口数が約 0.85 である対物レンズを介して波長が約 405 nm であるレーザビームを光入射面 12a から貴金属酸化物層 23 に照射し、実施例 1 乃至 5 並びに比較例 1 乃至 7 の光記録媒体サンプルについては記録マーク長及びブランク長が 75 nm である単一信号を記録し、実施例 6 乃至 9 の光記録媒体サンプルについては記録マーク長及びブランク長が 80 nm である単一信号を記録した。尚、上記光学系を用いた場合、

$$d_2 = \lambda / 4NA$$

で与えられる再生限界は約 120 nm である。

記録時におけるレーザビーム 40 のパワーについては、いずれの光記録媒体サンプルについても記録パワー (Pw) を最も高い CNR が得られるレベル (最適記録パワー) に設定し、基底パワー (Pb) をほぼ 0 mW に設定した。また、レーザビーム 40 のパルスパターンとしては、図 5 に示すパターンを用いた。

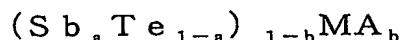
そして、記録した単一信号を再生しその CNR を測定した。レーザビーム 40 の再生パワー (Pr) については、各光記録媒体サンプルにおいて最も高い CNR が得られるレベル (最適再生パワー) に設定した。最適記録パワー及び最適再生パワーは各光記録媒体サンプルについて表 2 に示す通りであった。

[表 2]

| | 最適記録パワー | 最適再生パワー |
|------|---------|---------|
| 実施例1 | 8.5mW | 2.6mW |
| 実施例2 | 8.0mW | 2.8mW |
| 実施例3 | 9.0mW | 2.4mW |
| 実施例4 | 8.0mW | 2.8mW |
| 実施例5 | 8.5mW | 2.6mW |
| 実施例6 | 4.5mW | 2.0mW |
| 実施例7 | 5.5mW | 2.4mW |
| 実施例8 | 4.5mW | 1.8mW |
| 実施例9 | 5.5mW | 1.8mW |
| 比較例1 | 8.0mW | 2.0mW |
| 比較例2 | 9.0mW | 2.6mW |
| 比較例3 | 8.0mW | 1.4mW |
| 比較例4 | 11.0mW | 2.6mW |
| 比較例5 | 7.0mW | 2.0mW |
| 比較例6 | 11.0mW | 3.0mW |
| 比較例7 | 8.0mW | 1.8mW |

CNRの測定結果を図9に示す。

図9に示すように、光吸収層22が



- 5 で表される材料によって構成されている実施例1乃至実施例9の光記録媒体サンプルについては、いずれも35dB以上の高いCNRが得られたが、光吸収層22が金属間化合物系の相変化材料或いは単体金属によって構成されている比較例1乃至比較例7の光記録媒体サンプルについては、CNRがいずれも30dB未満であった。これにより、光吸収層22を構成する材料として、上記材料を用いることによ
- 10 って高いCNRが得られることが確認された。

<産業上の利用可能性>

本発明によれば、波長が約 635 nm 未満のレーザビーム及び開口数が約 0.6 超の対物レンズを用いることにより、 λ/NA を 640 nm 以下に設定して超解像記録及び超解像再生を行うことができ、特に、次世代型の光記録媒体において用いられる波長が約 405 nm のレーザビーム及び開口数が約 0.85 の対物レンズを用いた超解像記録及び超解像再生において、良好な特性を得ることが可能となる。したがって、次世代型の光記録媒体用の記録再生装置と同様の記録再生装置を用いることができるので、記録再生装置の開発コスト・製造コストを抑制することが可能となる。

請 求 の 範 囲

1. 厚さが0.6mm以上、2.0mm以下である支持基板と、
厚さが10μm以上、200μm以下である光透過層と、

5 前記光透過層と前記支持基板との間に前記光透過層から見てこの順に配置された第1の誘電体層、貴金属酸化物層、第2の誘電体層、光吸収層及び第3の誘電体層とを備え、

前記光吸収層は、 $(Sb_aTe_{1-a})_{1-b}MA_b$

(但し、MAはアンチモン(Sb)及びテルル(Te)を除く元素であり、 $0 < a < 1$ であり、 $0 \leq b < 1$ である)で表すことができ、且つ、

10 $\{(GeTe)_c(Sb_2Te_3)_{1-c}\}_dMB_{1-d}$

(但し、MBはアンチモン(Sb)、テルル(Te)及びゲルマニウム(Ge)を除く元素あり、 $c = 1/3$ 、 $1/2$ 又は $2/3$ であり、 $0 < d \leq 1$ である)で表される金属間化合物とは異なる材料を主成分とすることを特徴とする光記録媒体。

15 2. 前記貴金属酸化物層に酸化白金(PtO_x)が含まれていることを特徴とする請求項1に記載の光記録媒体。

3. 前記支持基板と前記第3の誘電体層との間に設けられた反射層をさらに備えることを特徴とする請求項1又は2に記載の光記録媒体。

20

4. 前記貴金属酸化物層の厚さが2nm以上、50nm以下であり、前記第2の誘電体層の厚さが5nm以上、100nm以下であり、前記光吸収層の厚さが5nm以上、100nm以下であり、前記第3の誘電体層の厚さが10nm以上、140nm以下であることを特徴とする請求項1乃至3のいずれか1項に記載
25 の光記録媒体。

5. 支持基板上に、反射層、第3の誘電体層、光吸収層、第2の誘電体層、貴金属酸化物層及び第1の誘電体層をこの順に形成する第1の工程と、

前記第 1 の誘電体層上に光透過層を形成する第 2 の工程とを備え、

前記光吸収層は、 $(\text{Sb}_a\text{Te}_{1-a})_{1-b}\text{MA}_b$

(但し、MAはアンチモン (Sb) 及びテルル (Te) を除く元素であり、 $0 < a < 1$ であり、 $0 \leq b < 1$ である) で表すことができ、且つ、

5 $\{(\text{GeTe})_c(\text{Sb}_2\text{Te}_3)_{1-c}\}_d\text{MB}_{1-d}$

(但し、MBはアンチモン (Sb)、テルル (Te) 及びゲルマニウム (Ge) を除く元素あり、 $c = 1/3$ 、 $1/2$ 又は $2/3$ であり、 $0 < d \leq 1$ である) で表される金属間化合物とは異なる材料を主成分とすることを特徴とする光記録媒体の製造方法。

10

6. 前記第 1 の工程を気相成長法により行い、前記第 2 の工程をスピコート法により行うことを特徴とする請求項 5 に記載の光記録媒体の製造方法。

7. 請求項 1 乃至 4 のいずれか 1 項に記載の光記録媒体に対し、前記光
15 透過層側からレーザービームを照射することによってデータを記録するデータ記録方法であって、

前記レーザービームの波長を λ 、前記レーザービームを集束するための対物レンズの開口数を NA とした場合、 λ/NA を 640 nm 以下に設定して、長さが $\lambda/4NA$ 以下の記録マークを含む記録マーク列を記録することを特徴とするデータ記
20 録方法。

8. 請求項 1 乃至 4 のいずれか 1 項に記載の光記録媒体に対し、前記光
透過層側からレーザービームを照射することによってデータを再生するデータ再生方法であって、

25 前記レーザービームの波長を λ 、前記レーザービームを集束するための対物レンズの開口数を NA とした場合、 λ/NA を 640 nm 以下に設定して、長さが $\lambda/4NA$ 以下の記録マークを含む記録マーク列からのデータ再生を行うことを特徴とするデータ再生方法。

図 1

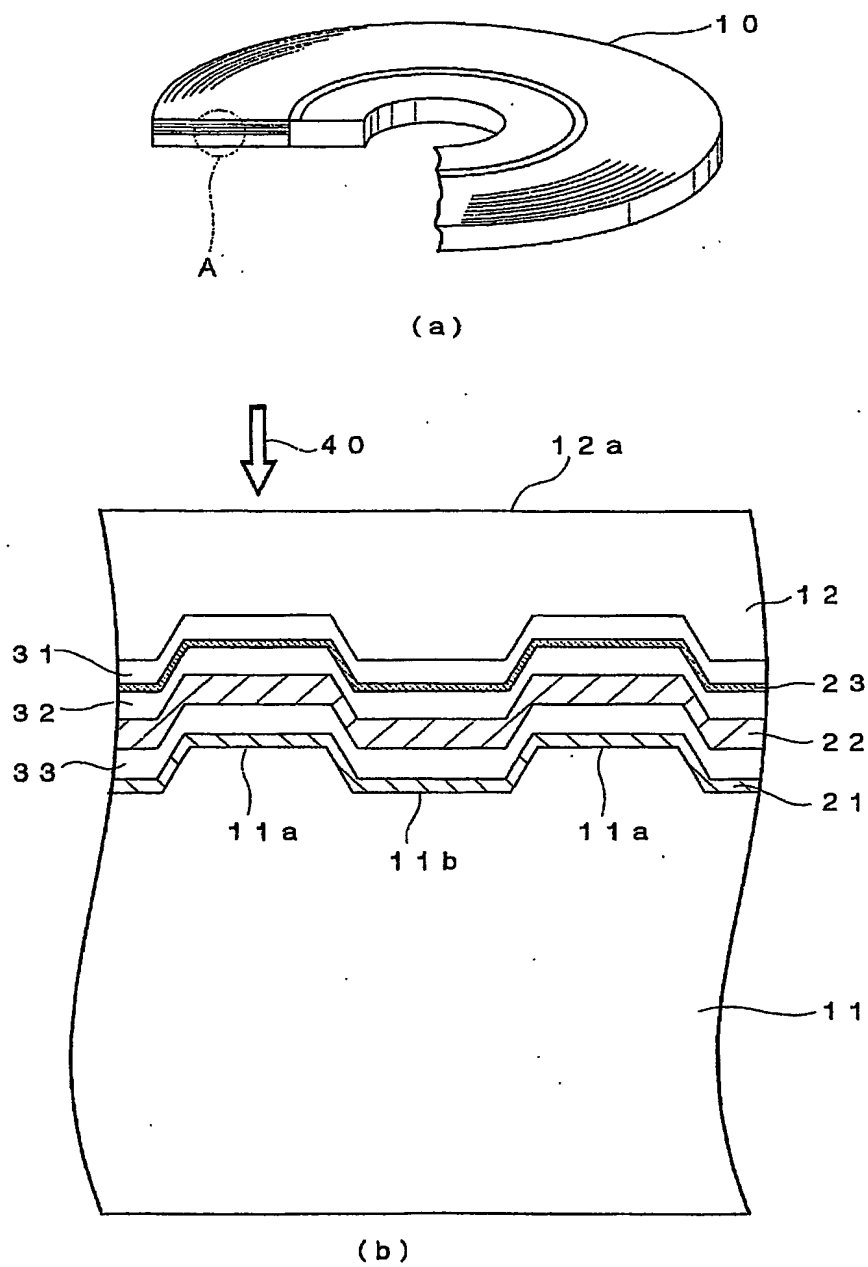


図 2

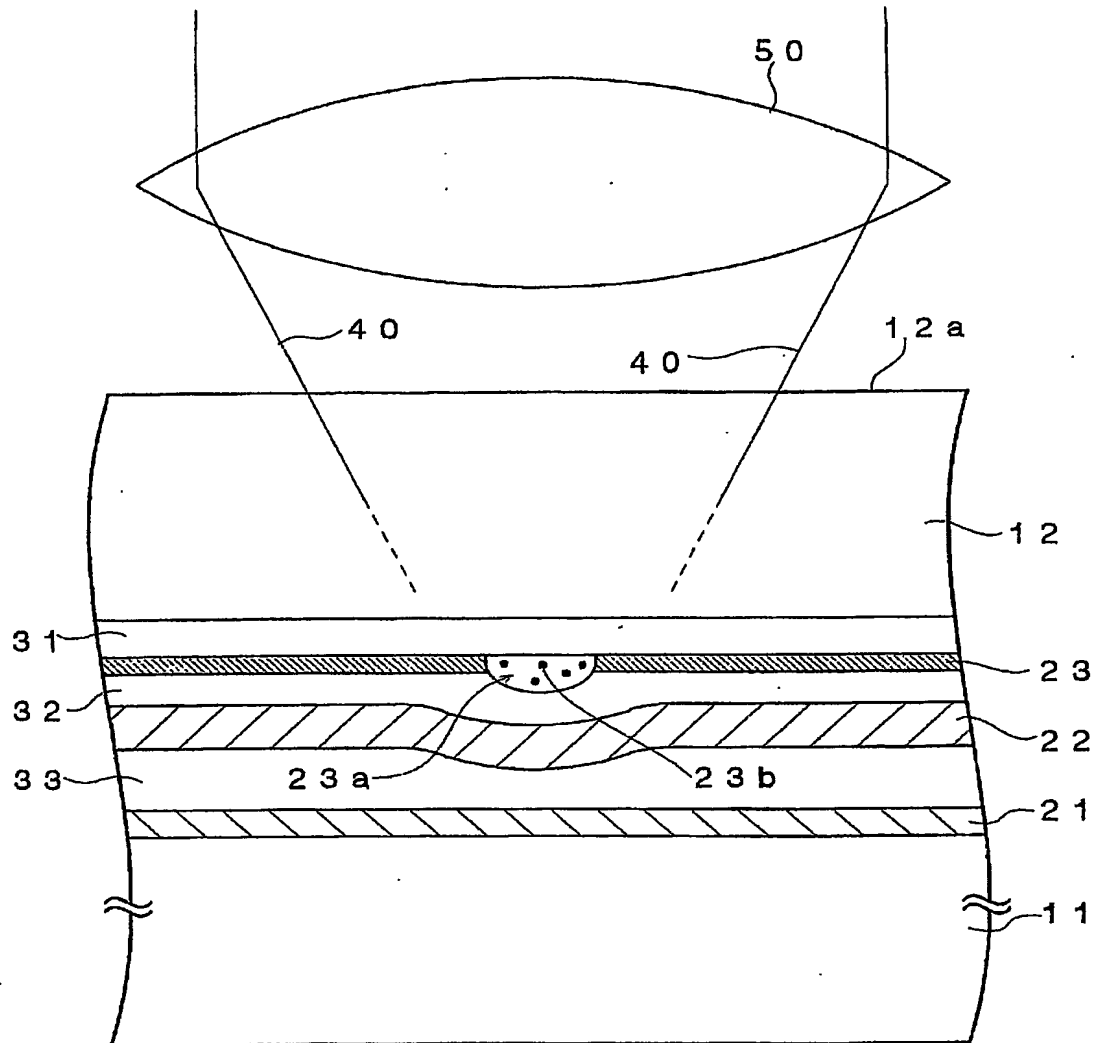


図 3

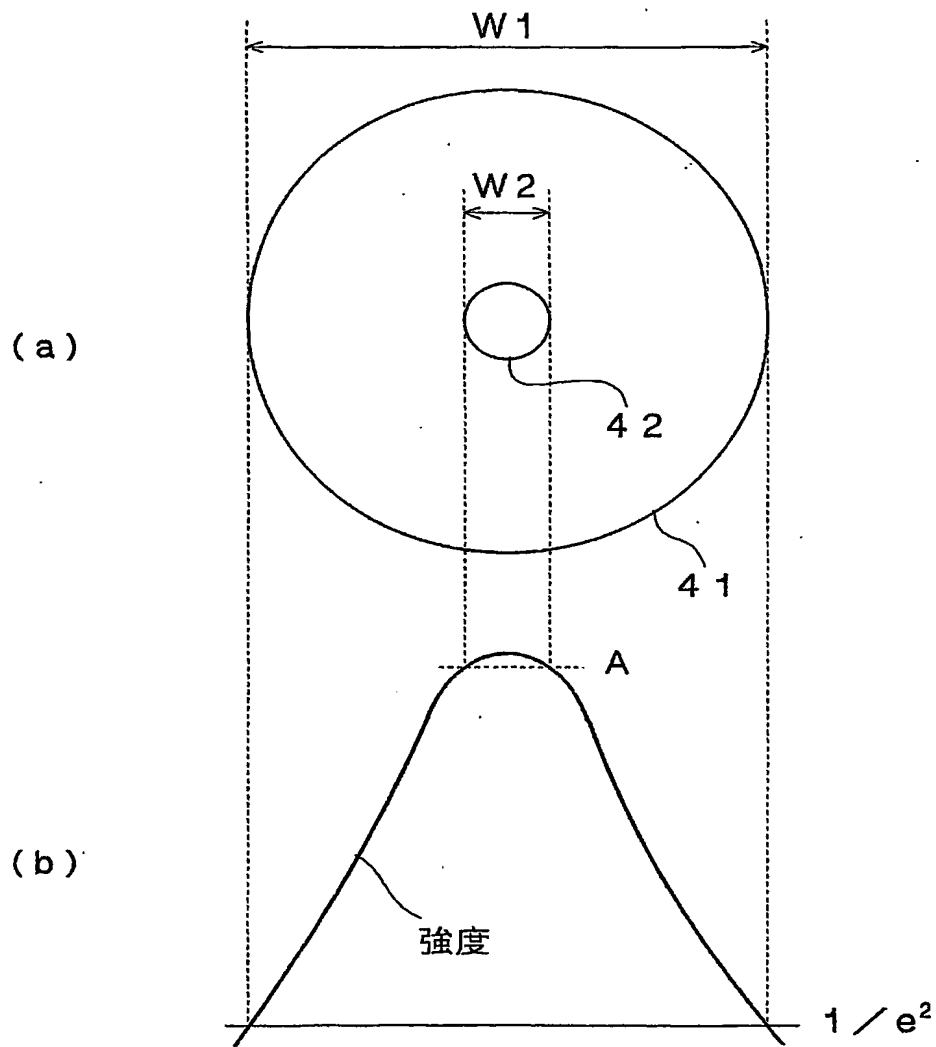


図 4

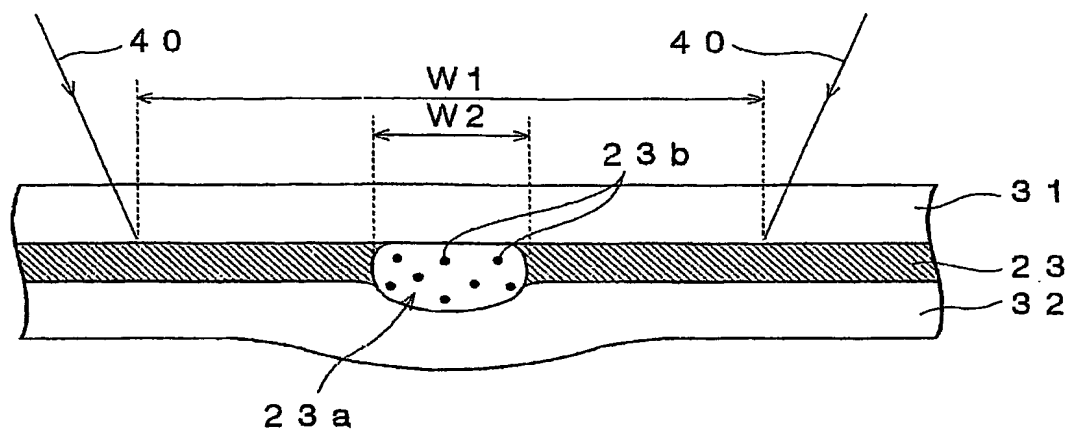


図 5

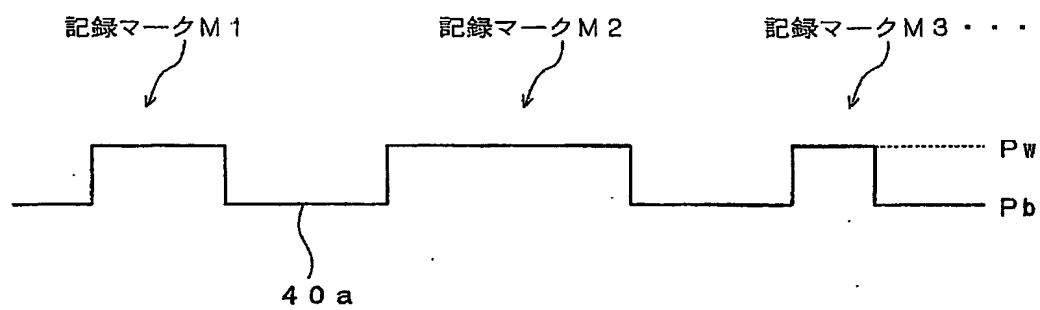


図 6

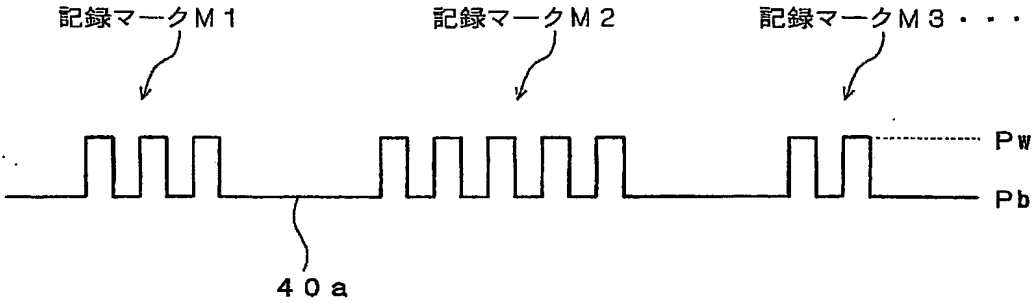


図 7

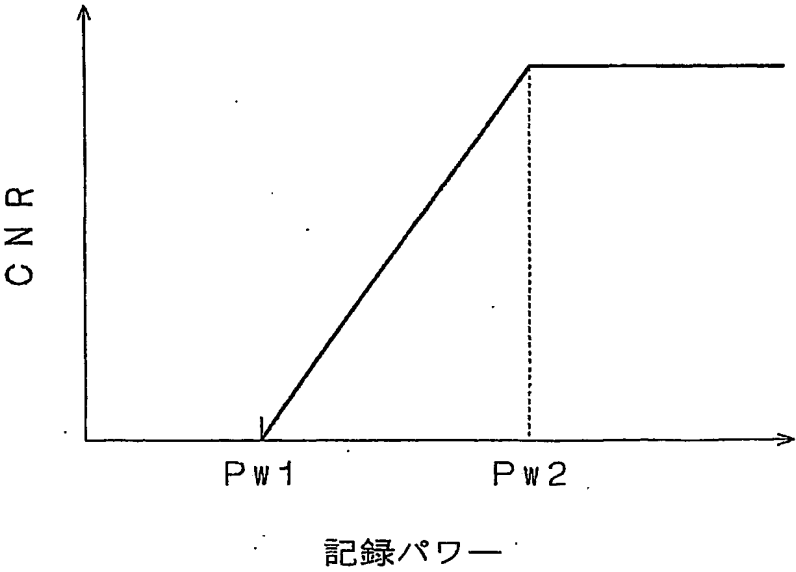


図 8

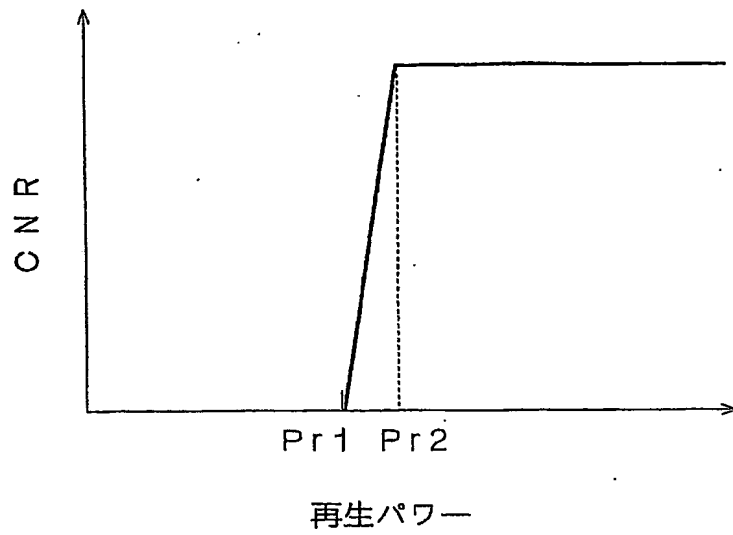
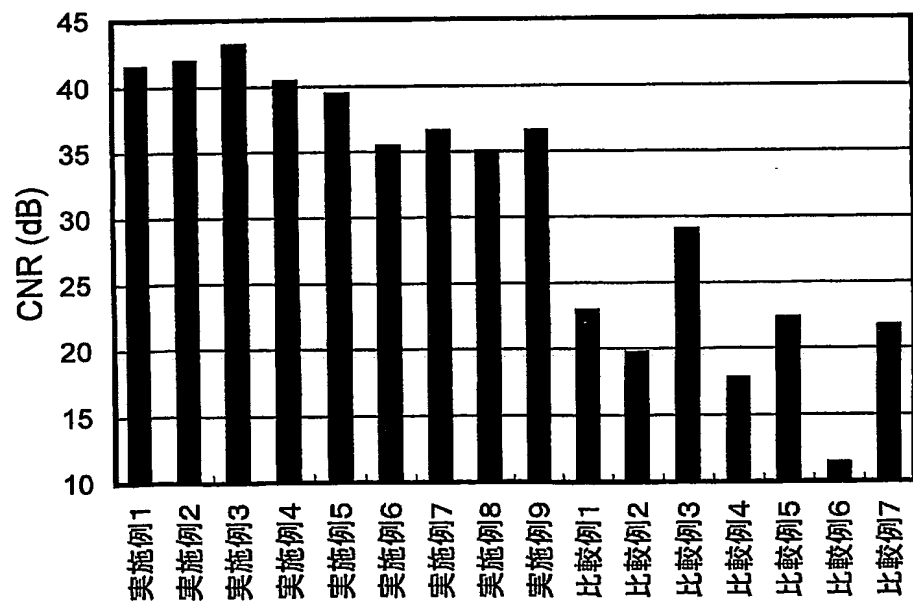


図 9



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2004/011857

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl⁷ G11B7/24, 7/26, 7/00, B41M5/26

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl⁷ G11B7/24, 7/26, 7/00, B41M5/26

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

| | | | |
|---------------------------|-----------|----------------------------|-----------|
| Jitsuyo Shinan Koho | 1922-1996 | Jitsuyo Shinan Toroku Koho | 1996-2004 |
| Kokai Jitsuyo Shinan Koho | 1971-2004 | Toroku Jitsuyo Shinan Koho | 1994-2004 |

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category* | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages | Relevant to claim No. |
|-----------|--|-----------------------|
| P | JP 2004-220687 A (Samsung Japan corp.), 05 August, 2004 (05.08.04), Full text; all drawings (Family: none) | 1-8 |
| P | JP 2004-39177 A (National Institute of Advanced Industrial Science and Technology), 05 February, 2004 (05.02.04), Full text; all drawings (Family: none) | 1-8 |



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
08 September, 2004 (08.09.04)Date of mailing of the international search report
28 September, 2004 (28.09.04)Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl. 7 G11B 7/24、7/26、7/00

Int. Cl. 7 B41M 5/26

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl. 7 G11B 7/24、7/26、7/00

Int. Cl. 7 B41M 5/26

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1922-1996年

日本国公開実用新案公報 1971-2004年

日本国実用新案登録公報 1996-2004年

日本国登録実用新案公報 1994-2004年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

| 引用文献の カテゴリー* | 引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示 | 関連する 請求の範囲の番号 |
|-----------------|---|------------------|
| P | J P 2004-220687 A (日本サムスン株式会社) 2004.08.05, 全文、全図 (ファミリー無し) | 1-8 |
| P | J P 2004-39177 A (独立行政法人産業技術総合研究所) 2004.02.05, 全文、全図 (ファミリー無し) | 1-8 |

☐ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの

「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの

「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)

「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献

「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

08.09.2004

国際調査報告の発送日

28.9.2004

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/J P)

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

蔵野 雅昭

5 D

8721

電話番号 03-3581-1101 内線 3551